

**ESTUDIO EXPLORATORIO SOBRE CARACTERIZACIÓN Y MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES DE ACEITES LUBRICANTES DESCARTADOS DESPUES DE UN PERIODO NORMAL DE USO**

Edilio VILLEGAS D., Ana BECERRA G.  
Escuela de Ingeniería Química  
Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela

**RESUMEN**

Determinación de propiedades relacionadas con el poder lubricante de aceites originales, aceites usados, aceites mejorados. Búsqueda de un patrón de comportamiento de la contaminación, deterioro y mejoramiento de aceites usados. Por medio de un proceso que combina una etapa de acidificación-neutralización con un hidrotretamiento catalítico se logra mejorar las propiedades lubricantes sin recuperar la transparencia del producto original. Se ensayan mezclas de aceites comerciales con aceites usados.

**ABSTRACT**

**Characteristics and improvement of lubricating oils discarded after a normal period of use.** Determination of the properties related to the lubricating power of: commercial oils, used oils, improved oils. Search for a behaviour pattern of pollution, deterioration and improvement of used oil. By means of a process which combines a period of acidification-neutralization with a catalytic hidrotreatment, the lubricating properties can be improved without recovering the transparency of the original product. Testing of mixtures made of commercial oils and used oils.

**INTRODUCCION**

La lubricación es un mecanismo que se ha venido utilizando desde la antigüedad. El avance de la tecnología moderna ha desarrollado una serie de mecanismos que involucran motores, engranajes, deslizamientos, etc., ha hecho que la lubricación sea un instrumento indispensable para el quehacer cotidiano. Entre los lubricantes, el aceite es el más utilizado por su fácil aplicación y por la diversidad de funciones que desempeña. Cuando un aceite lubricante para motor es sometido a determinado tiempo de servicio y a condiciones severas de operación, sufre deterioro químico que se traduce en la alteración de sus propiedades físicas, convirtiéndose en un producto de desecho que contamina nuestros suelos, ríos, lagos y mares. Se hace necesario el estudio y puesta en marcha de un proceso de regeneración de aceites lubricantes usados. Otras de las razones que justifican un proceso de

regeneración de aceites lubricantes, es la reducción en la producción de materia prima que proviene de las fracciones pesadas de un crudo, la cuales han disminuido con el cambio del patrón de refinación. Basándose en la revisión bibliográfica (1), (2), se implementó un proceso para mejorar las propiedades de los aceites lubricantes usados y reciclados para emplearlos, dependiendo del grado de limpieza en:

- lubricantes para el mercado automotor.
- medio de calefacción o como lubricantes para maquinarias industriales.
- bases para la preparación de aceites lubricantes.
- la obtención de lubricantes que no requieren ser sometidos a procesos severos no altas especificaciones.

#### **BASES TEORICAS Y DEFINICIONES**

Los lubricantes deben servir como protección contra la oxidación, corrosión, para evitar la generación de calor entre las superficies en contacto, contribuir a la limpieza y evitar el desgaste de superficies metálicas. Pueden ser líquidos, pastas o sólidos dependiendo del mecanismo y de la lubricación que se desee (3), (4), (5). Los aceites lubricantes son compuestos formados de mezclas complejas de hidrocarburos. Se les obtiene de un proceso de destilación y refino del petróleo; previamente se obtiene un aceite base y se le agrega aditivos de acuerdo a los requerimientos de servicios. Los aceites bases provienen de las fracciones obtenidas por destilación al vacío del residuo de la destilación atmosférica del crudo, luego por tratamientos posteriores sucesivos se eliminan los compuestos indeseables que crean problemas en los motores, por ejemplo, los hidrocarburos aromáticos multicíclicos y las parafinas de alto punto de fusión. Los aditivos son productos químicos usados en pequeñas concentraciones que permiten a los aceites desempeñar funciones que van mucho más allá de las posibilidades inherentes a las fracciones del crudo del cual provienen, siendo un factor que hace diferenciar los diversos tipos de aceites que se encuentran en el mercado; dependiendo de la cantidad y del tipo de aditivos agregados los aceites obtenidos tienen diversos usos y diferente calidad. Los aditivos más ampliamente usados son: mejoradores del índice de viscosidad, dispersores del punto de congelación, inhibidores de la oxidación o de la corrosión, detergentes-dispersantes, antiespumantes y de untuosidad y extrema presión.

Diversas empresas han ensayado procesos para regenerar aceites de desecho; se pueden citar:

- Proceso "Phillips Re-refined Oil Process (PROP). Este proceso combina la demetilización con un hidrot ratamiento.
- Hidroprocesamiento no catalítico.
- Destilación al vacío y posterior acabado.
- Tratamiento con Fenol.
- Proceso de clarificación con propeno del IFP.
- Proceso propano-hidrógeno-vacío.
- Tratamiento con ácido sobre arcilla.

Ningún proceso ha logrado un producto con las especificaciones originales, solamente han obtenido bases para la elaboración de aceites lubricantes de inferior calidad. Estudios económicos muestran la no factibilidad de estos procesos. Según Weintein para que un proceso de regeneración de aceites lubricantes sea económicamente viable, es necesario que:

- Elimine o minimize los contaminantes potenciales en productos.
- Obtenga un producto aceptable.
- Sea flexible a aceptar cambios en los aditivos.

El proceso de regeneración objeto de este trabajo consiste en un tratamiento con ácido, neutralización y un hidrot ratamiento.

El tratamiento con ácido y neutralización comprende: sedimentación, acidificación, neutralización, dilución, centrifugación y deshidratación, permite: eliminar las partículas de mayor diámetro, remover las gomas, grasas, etc., polarizar las partículas carbonosas, eliminar la sal y el agua.

El hidrot ratamiento catalítico permite eliminar impurezas químicas como ácidos sulfónicos, trazas restantes de inorgánicos como compuestos nitrogenados, oxigenados y clorados, además de remover metales, para devolver al aceite el color deseado.

#### **EXPERIMENTAL**

Se emplean muestras de aceites nuevos y usados de los siguientes tipos:

- Aceite lubricante Supremo HD el cual cumple con las especificaciones Se-Sc de la clasificación API/ASTM/SAE (A).
- Aceite lubricante Multigrado SF/cc, SAE 20W/40 de la clasificación API/ASTM/SAE y cumple con la norma covenin 1757 MARAVEN (B).

- Mezcla de los aceites lubricantes anteriores (C).

El procedimiento se divide en:

- A) Toma de muestras
- b) Caracterización
- c) Procesos de limpieza y de mejoramiento de las propiedades
- d) Preparación de mezclas aceite-aditivos
- e) Preparación de otras mezclas

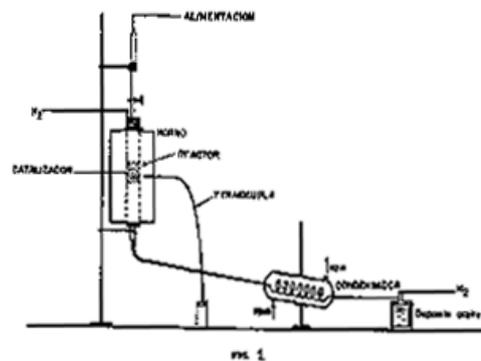
a) Toma de muestras: Los aceites nuevos se adquirieron en el mercado. Los aceites usados se recolectaron en las estaciones de cambio de aceite locales.

b) Caracterización: De acuerdo a normas ASTM. Densidad y gravedad específica (ASTM D-1480), viscosidad (ASTM D-445), Índice de viscosidad (ASTM D-2270), Dilución por combustible (ASTM D-332), Contenido de agua (ASTM D-95), Sedimentación por centrifugación (ASTM D-96), Punto de inflamación (ASTM D-92), valor de la acidez total (ASTM D-974), Contenido de carbón Conradson (ASTM D-189), Punto de fluidez (ASTM D-97), índice de refracción (Refractómetro de ABBE), Contenido de asfaltenos (ASTM D-893) y Determinación de metales por absorción atómica.

c) Limpieza:

- 1) Destilación al vacío
- 2) Tratamiento con ácido y neutralización
- 3) Hidrotratamiento catalítico, Figura 1

HIDROTRATAMIENTO CATALITICO



d) Preparación de Mezclas Aceite-Aditivos: se utilizaron aditivos tales como carboximetil celulosa y anilina para aumentar el índice de viscosidad y prevenir la oxidación respectivamente.

Mezclas ensayadas

- 2% de carboximetil celulosa, 2% de anilina, 96% de aceite C usado.
- 2% de carboximetil celulosa, 2% de anilina, 96% de aceite C tratado con ácido, neutralizado e hidrotratado.

e) Reparación de otras mezclas: Aceites usados regenerados y destilados con aceites originales (\*):

- 40% aceite nuevo A, 60% destilado de la muestra A.
- 40% aceite nuevo B, 60% destilado de la muestra B.
- 40% aceite nuevo C, 60% destilado de la muestra C.
- 40% aceite nuevo A, 60% aceite usado A.
- 40% aceite nuevo B, 60% aceite usado B.
- 40% aceite nuevo C, 60% aceite usado C.
- 40% aceite nuevo C, 60% aceite C tratado con ácido y neutralizado.

(\*) Nomenclatura: A: Aceite supremo HD

B: Aceite multigrado SF/CC 20W/40

C: Mezcla de los aceites anteriores

## RESULTADOS

Tablas 1 y 2

## DISCUSION

### Efecto del tiempo de servicio sobre las propiedades de aceites usados

La gravedad API disminuye con respecto a los aceites originales debido principalmente al contenido de agua, carbón, sedimentos, partículas metálicas. Tablas 1 y 2. La viscosidad y el índice de viscosidad disminuyen, presumiblemente por la degradación de los hidrocarburos componentes y la transformación de los aditivos. La acidez experimenta un ligero aumento, posiblemente debido a la oxidación de los aditivos. El aceite se oscurece debido a la presencia de carbón coloidal.

TABLA 1.-PROPIEDADES DE ACEITES.-

A:aceite supremo HD  
B:aceite multigrado SF/CC 20W/40  
C:Mezcla de A y B

ACEITE	NUEVO			USADO			NUEVO+USADO		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C
ENSAYO									
Gravedad API	29,79	28,07	28,57	24,84	23,06	21,55	26,79	23,03	25,85
Viscosidad 100°F (cP)	140160	152	142	152	144	121	152	138	
Viscosidad 210°F (cP)	17	19	18	16	16	17	14	18	18
Índice Viscosidad	127	150	125	100	122	100	111	135	136
Punto Inflamación °C	233	233	217	218	217	216	214	216	216
Agua %	trazas	trazas	trazas						
Carbono %	1,37	0,9	1,13	1,64	2,42	1,80	1,85	1,91	1,22
Índice refracción	1,4840	1,4845	1,4855	1,6866	1,6151	1,7121	1,5334	1,6611	1,2451
Nº acidez mg KOH/gr	0,10	0,36	0,19	0,13	0,25	0,10	1,05	0,28	0,15
pH	5,8	5,8	5,8	5,3	5,6	5,6	1,8	2,8	2,1
Sedimentos cent. %	-	-	-	1,0	1,0	1,2	0,56	0,55	0,50
Punto fluidez °C	-8,9	-9,8	-9,2	-5,6	-4,7	-3,3	-6,5	-5,4	-6,2
Asfalto %	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Combustible %	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hierro ppm	1,26	1,18	1,22	1,95	2,24	2,18	-	-	-
Magnesio ppm	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Manganeso ppm	-	-	-	0,11	0,17	0,17	-	-	-
Plomo ppm	-	-	-	7,27	7,27	9,42	-	-	-
Níquel ppm	0,36	0,45	0,42	0,25	0,90	0,64	-	-	-

TABLA 2.-PROPIEDADES DE ACEITES.-

D: mezcla:aceite nuevo+aceite acidificado,neutralizado,hidratado  
E: mezcla:aceite usado+aditivos  
F: mezcla:aceite acidificado,neutralizado,hidratado+aditivos  
G: aceite acidificado y neutralizado  
H: aceite hidratado  
I: aceite acidificado,neutralizado,hidratado

ACEITE	D	E	F	G	H	I
ENSAYO						
Gravedad API	27,07	23,88	26,79	25,04	24,77	27,07
Viscosidad 100°F (cP)	193	134	116	282	140	158
Viscosidad 210°F (cP)	21	15	13	30	17	18
Índice Viscosidad	149	106	102	146	121	120
Punto Inflamación °C	215	-	-	218	-	-
Agua %	trazas	trazas	trazas	trazas	trazas	trazas
Carbono %	1,73	1,80	0,37	0,37	1,75	0,96
Índice refracción	1,540	1,712	1,635	1,656	1,650	1,6356
Nº acidez mg KOH/gr	0,18	0,26	0,25	0,14	0,11	0,15
pH	3,6	5,2	4,0	4,1	4,1	4,2
Sedimentos centif. %	0,05	-	-	0,12	-	-
Punto fluidez °C	-7,2	-	-	-2,8	-	-
Asfalto %	-	-	-	-	-	-
Combustible %	-	-	-	-	-	-
Hierro ppm	-	-	-	1,94	1,94	1,75
Magnesio ppm	-	-	-	-	-	-
Manganeso ppm	-	-	-	0,005	0,016	0,170
Plomo ppm	-	-	-	6,55	7,28	4,25
Níquel ppm	-	-	-	0,64	0,45	0,46

### Mezclas, Aditivos

Las propiedades de mezclas aceite usado/aceite original 50/40 y aceite original-aceite mejorado-aditivos se asemejan a las del aceite original, estas mezclas podrían permitir una economía sustancial en el gasto de lubricantes. No así las mezclas aceite usado-mejorado-aditivos, ya que algunas de las propiedades disminuyen. Tablas 1, 2D, 2E, 2F.

### Efecto de la acidificación, neutralización e hidrotatamiento, sobre las propiedades de los aceites usados.

La gravedad específica disminuye con la acidificación-neutralización alcanzando valores muy cercanos a los aceites originales, esto podría indicar que aparte de separarse las impurezas, se lograría un pretratamiento en la regeneración y estabilización de las moléculas degradadas. El aceite permanece oscuro lo que indica que el carbón coloidal no es afectado, Tabla 2G.

Después del hidrotatamiento se observa un aumento de la viscosidad y del índice de viscosidad alcanzando valores muy similares a los de los aceites originales. También disminuyen los contenidos de carbón y los sedimentos por centrifugación, lo cual es verificado por el índice de refracción que disminuye indicando que se ha clarificado el aceite. Se reduce el contenido de metales por acción combinada de la acidificación-neutralización y de la retención sobre el catalizador, Tablas 2H y 2I.

### CONCLUSIONES

Con el efecto combinado de los procesos utilizados se obtiene un producto de características muy cercanas a las de los aceites originales, a excepción del color, el cual no mejora sustancialmente.

Las mezclas preparadas poseen propiedades de bases lubricantes que podrían ser utilizadas en la fabricación de aceites lubricantes o en maquinarias que no requieren estar sometidas a condiciones severas de operación.

Los aditivos en las proporciones usadas no mejoran sustancialmente las propiedades de los aceites.

El éxito de la implementación del proceso aplicado es función del compromiso entre las propiedades del aceite obtenido y la economía del mismo.

**REFERENCIAS**

- <1> VILLEGAS D. E.E., *Ciencia e Ingeniería*, Vol 17, (Nº 2) 264-270 (1985)
- <2> VILLEGAS D. E.E., "Nociones Generales sobre Petróleo" USTED-FI, Mérida (1961)
- <3> GRUSE W. A., STEVENS D.R. "Tecnología Química del Petróleo" Ediciones Omega. Barcelona, España (1964)
- <4> KIRK R., OTTMER D. "Enciclopedia de Tecnología Química", Tomos 1 y 10 Editorial Hispano-Americana, México (1962)
- <6> NELSON W.L., "Oil Gas Journal", 77 (44), 108, (1973)